

Artículo No. 08. Vega et al (2017). Melhoria da Logística Interna em um Canteiro de Obras: uma Aplicação do MASP. Semilleros 4 (8), 95-105

MELHORIA DA LOGÍSTICA INTERNA EM UM CANTEIRO DE OBRAS: UMA APLICAÇÃO DO MASP

ENHANCEMENT OF INTERNAL LOGISTICS AT A CONSTRUCTION SITE: AN APPLICATION OF MASP

Vega H. Debora.¹, Batessini. Marcelo.²

Resumo. Este artigo apresenta uma aplicação de conceitos de logística interna a uma situação real em um canteiro de obras da construção civil, ambiente produtivo com características singulares, que ao longo do tempo se transforma e altera o espaço de trabalho. O objetivo foi propor uma sistematização de controles para melhorar o fluxo de materiais de um equipamento de movimentação vertical de materiais em uma obra de médio porte, que seja flexível para se adaptar as suas diferentes etapas de construção. A pesquisa seguiu a estrutura de etapas do Método de Análise e Solução de Problemas, com a comparação entre a situação inicial e após melhorias. Entre os principais resultados estão a melhoria na movimentação de materiais no canteiro de obras com a redução de 63,04% no tempo de espera e de 7,61% no tempo médio de viagem, apesar do aumento de 34,6% no número de trabalhadores e de 58,6% na quantidade de material transportada. A sistematização da abordagem utilizada tem potencial de generalização pela sua simplicidade, praticidade e flexibilidade de adaptação às transformações decorrentes das etapas de construção, sejam elas, no estágio de execução da obra, nas variações de equipes ou alterações nos volumes de materiais transportados.

Palavras Chave: Logística interna, canteiro de obras, melhoria, MASP, elevador de cremalheira

Abstract. This article presents an application of internal logistics concepts to a real situation in a building site construction site, productive environment with unique characteristics, a productive environment with unique characteristics that transforms itself over time and changes the working space. The objective was to propose a controls systematization to enhance the material flow of vertical material handling equipment in a medium sized construction, which is flexible to adapt to its different construction stages. The research followed the structure of steps of the Method of Analysis and Problem Solving, with the comparison between the initial situation and after enhancement. Among the main results are the improvement in material handling at the construction site, with a reduction of 63.04% in waiting time and 7.61% in average travel time, despite a 34.6% increase in the number of workers and 58.6% in the amount of material transported. The systematization of the approach used has the potential of being generalized by its simplicity, practicality and flexibility to adapt to the transformations arising from the construction stages, being they at the stage of execution of the work, variations in teams or changes in the volumes of materials transported.

Key Words: Internal logistics, construction site, enhancement, MASP, rack elevator

¹Universidade Federal de Santa Maria, , Centro de Tecnologia Santa Maria, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Santa Maria, Brasil. marcelo-battesini@ufsm.br

INTRODUÇÃO

A utilização dos conceitos de logística tem se ampliado entre as empresas na busca de aumentar a competitividade, sendo cada vez mais comum sua adoção na indústria da construção civil. A sua aplicação em canteiros de obras visa o adequado abastecimento dos postos de trabalho e a manutenção do fluxo de materiais. Esses conceitos são estudados em vários textos especializados (Dias, 2010; Ballou, 2011; Viera, 2006) e atualmente, segundo Ching (2010), a logística avançou em muitas áreas e se transformou em uma ferramenta operacional que possui uma ampla área de atuação e abrangência nos mais diversos sistemas produtivos, empresariais e setores devido a sua importância estratégica.

A logística interna objetiva a manutenção do fluxo de materiais a serem abastecidos com a entrega do material necessário, quando necessário, na quantia exata, acondicionado e pronto para uso (Takeuchi, 2010). Alguns trabalhos identificaram a necessidade de melhoria contínua do processo construtivo e do gerenciamento do canteiro de obras, com o objetivo diminuir o desperdício e aumentar a produtividade e o nível de serviço, (Vieira, 2006), uma vez que, é dada prioridade às etapas técnico-estruturais em detrimento da gestão de suprimentos, resultando em problemas ligados ao nível de serviço que deixam evidente a importância de práticas logísticas que aumentem a qualidade e produtividade e minimizem desperdícios e a descontinuidade de produção (Rezende et al., 2013).

A implementação de processos logísticos na cadeia de suprimentos da construção permite otimizar os recursos físicos operacionais e financeiros disponíveis, com objetivo de ganho global ao longo de todo o sistema, e principalmente, o atendimento às necessidades e demandas dos clientes internos e externos (Vieira, 2006). Entre os benefícios esperados com a implementação de estudos de logística interna em canteiros de obras estão a melhorar do fluxo e utilização dos materiais, a redução do tempo de transporte, do tempo de espera por materiais e da ociosidade dos funcionários e o atendimento dos prazos de entrega da obra.

Este artigo discute a aplicação de conceitos de logística interna em um canteiro de obras da construção civil, ambiente produtivo com características *sui generis*, que se transforma e altera o espaço de trabalho ao longo do tempo, sendo usualmente gerido como um projeto singular. O problema investigado se refere a uma situação real, na qual foram identificados problemas com ociosidade da mão de obra causados por atrasos na entrega de materiais, típicos do setor de construção civil. O objetivo deste estudo foi propor uma sistematização de controles para melhorar o fluxo de materiais de um equipamento de movimentação vertical de materiais em uma obra de médio porte, que seja flexível para se adaptar as suas diferentes etapas de construção.

REFERENCIAL TEÓRICO

A logística permite diminuir custos e melhorar a qualidade do produto final, disponibilizando ao cliente o produto correto, no tempo e na quantidade desejada (Ching, 2010) o que se dá pelo planejamento, organização e controle das atividades de movimentação e armazenagem de modo a facilitar o fluxo de produtos (Ballou, 2011). A logística envolve o suprimento de materiais e componentes, a movimentação e o controle de produtos, e o apoio ao serviço de vendas dos produtos finais, até a colocação do produto acabado ao consumidor (Dias, 2010).

O transporte de materiais se refere aos diversos métodos para realizar a movimentação de insumos, sendo fundamental de processos logísticos, uma vez que, nenhuma empresa pode operar sem movimentar suas matérias-primas ou de produtos acabados (Ballou, 2011). Segundo Viera (2006), a logística pode ser de abastecimento (externa), de manufatura (interna) e de distribuição (externa).

Na construção civil a logística assume importância fundamental, apesar de ainda ter retornos incipientes, tendo em vista a reduzida incorporação da logística no setor (Rezende et al., 2013). A dinâmica de papéis assumidos em um canteiro de obras é destacada por Viera (2006): os agentes internos (equipes envolvidas na sondagem, locação, fundação, estrutural, alvenaria, pintura, elétrica, hidráulica, projetista) são dependentes de fornecedores externos e interdependentes e intervenientes entre si, pois agem e interagem como fornecedores de serviços para equipes subsequentes, as quais também são clientes dos fornecedores externos.

Koskela et al. (2014) identificam que um dos principais problemas no contexto de construção está relacionado ao processo de produção e ao pobre fluxo de informação entre os participantes da cadeia de suprimentos. Ainda é baixa a utilização de métodos e técnicas logísticas no setor de construção civil e as poucas aplicações se dão de forma não estruturada e sistematizada, reduzindo, com isso, as vantagens de sua aplicação (Fettermann et al., 2015).

Os benefícios de práticas em relação ao transporte de materiais adotadas por construtoras podem resultar em uma maior fluidez no transporte, não devendo ser desconsideradas mesmo que a movimentação e transporte de materiais não gere valor agregado ao produto final, uma vez que estes custos influenciam diretamente o custo final (Mariz e Picchi, 2014; Dias, 2010).

Uma ferramenta muito útil na otimização de sistemas em ambientes complexos é o Método de Análise e Solução de Problemas (MASP), que estabelece um conjunto de fases iterativas e sequenciais cujo objetivo é estruturar a busca de uma solução otimizadora para um dado problema (Campos, 1992; Aguiar, 2006). Segundo Campos (1992) nenhuma decisão gerencial deveria ser autorizada sem que fosse realizada uma análise dos fatos e dos dados relevantes, como àquela proposta pelo MASP.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo pode ser classificado como um estudo de caso (Santos, 2007; Miguel, 2007; Yin, 2010) é uma pesquisa aplicada com abordagem quanti-qualitativa e objetivo explicativo, que se valeu de uma pesquisa de campo para a coleta de dados (Gil, 2010).

A pesquisa foi conduzida durante 12 semanas nos meses de julho a setembro de 2016 em uma obra da construtora ABC edificada na área central da cidade de Santa Maria, localizada na região central do Estado do Rio Grande do Sul (RS), no Brasil. A obra se refere a um edifício residencial de médio porte com dezesseis andares (lojas no andar térreo, três andares de garagens, dez andares de apartamentos e um andar com o espaço de lazer), com quinze unidades por pavimento com áreas privativas que variam entre 30m² e 77m² por unidade habitacional, como indicado na Figura 1.

As etapas do Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) foram utilizadas na condução da pesquisa e estruturam apresentação dos resultados na seção a seguir: (i) identificação do problema; (ii) observação; (iii) análise; (iv) plano de ação; (v) ação; (vi) verificação; (vii) padronização; (viii) conclusão (Campos, 1992; Aguiar, 2006). A coleta de dados se deu pelo acompanhamento dos processos de logística interna, em reuniões com o responsável pela gestão, em conversa com os funcionários, em registros fotográficos e

filmagens, pela coleta de dados sobre os itens movimentados e, também, pela observação direta das ações desenvolvidas e da composição das equipes.

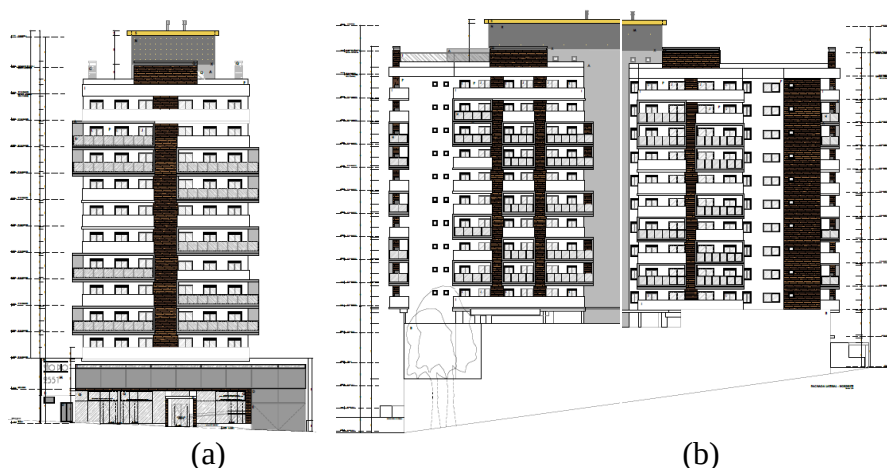


Figura 1: Fachada Frontal (a) e Lateral nordeste (b)
Fonte: Construtora ABC (2016)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A etapa de *identificação do problema* foi conduzida na primeira semana a partir de um *brainstorming* com o gestor da obra, que apontou como principais problemas a logística interna, a baixa produtividade e a ociosidade dos trabalhadores. Por afetar as diversas atividades realizadas na obra foi priorizado para este estudo o problema da movimentação vertical que é realizada por um guindaste e dois elevadores do tipo cremalheira (EC 1 e EC 2).

Os fluxos de materiais realizados por esses equipamentos foram o foco central da etapa de *observação do problema*, realizada na terceira semana do estudo. Após a observação, em função do atual estágio de andamento da obra e da previsão de desativação do guindaste e do EC1, o estudo foi delimitado às movimentações de materiais realizadas pelo EC2, equipamento vertical indicado à esquerda na Figura 2



Figura 2: Equipamentos de movimentação vertical

Os principais fatores investigados durante a observação foram os equipamentos, o método de trabalho adotado, a equipe que realiza o transporte e as equipes de trabalho que demandam os materiais. Foi estudado o transporte de cada tipo de material, desde o estoque até o local de utilização, e as equipes demandantes (número de integrantes e a organização) a forma utilizada para requisição de materiais e tipo de vínculo (contratado ou terceirizado).

A movimentação horizontal de materiais é realizada nos andares baixos com o auxílio de uma empilhadeira e uma retroescavadeira e nos demais andares esta é realizada com veículos manuais, ver Figura 3. A retroescavadeira é utilizada para o transporte de argamassa e concreto enquanto que a empilhadeira é utilizada para transporte de materiais recebidos paletizados, a exemplo de blocos estruturais externos e internos, pisos, azulejos, entre outros.



Figura 3: Retroescavadeira e empilhadeira
Fonte: Construtora ABC (2016)

Os principais materiais carregados pelo EC2 eram: cimento cola I, cimento cola II, piso, azulejo, girica carregada de argamassa, bloco estrutural cinza (alvenaria externa), bloco estrutural vermelho (alvenaria interna), pessoal da obra no começo dos dois turnos e no final, restos de materiais, entre outros. Foram selecionados, como principais problemas para investigação, a estratificação dos materiais por tipo, características e quantidade, bem como os tempos utilizados para estas movimentações.

A equipe que realiza o transporte de materiais se mantém constante ao longo do período de construção sendo composta por 2 trabalhadores no transporte horizontal e 2 na operação do EC2. Já o total de trabalhadores e de equipes demandantes é variável (de 2 a 4 trabalhadores por equipe), sendo comum a contração ou realocação de equipes, e ainda, demissão destas.

Durante a fase de observação (situação inicial) havia dez equipes demandantes que estavam utilizando 38 trabalhadores, e ainda, uma equipe que dá apoio às demais (seis trabalhadores); quatro equipes atuando no bloco da frente (alvenaria estrutural e reboco das sacadas); e as demais trabalhando no bloco dos fundos (reboco dos banheiros e cozinhas, colocação das soleiras, colocação de piso e desforma).

Durante a análise do processo de trabalho foram identificadas oportunidades de melhoria em relação à logística interna: não foi observada uma maneira estruturada de organização das informações, ou seja, como as equipes solicitam os materiais que necessitam, sendo prática comum a demanda oral e informal de materiais realizada diretamente ao operador do EC2; não foi identificada uma forma de priorização em relação a qual material deveria ser entregue primeiro, ou qual equipe deveria ser atendida primeiro; não foi informado haver orientação,

ou método, que pudesse auxiliar o operador do EC2 em sua tomada de decisão, bem como medidas de eficiência em relação ao seu trabalho; e não foram identificados controles para o uso racional do EC2, a exemplo da definição de um volume ou quantidade mínima de materiais ou trabalhadores por viagem.

A *análise do problema* determinou as variáveis que influenciam no problema, as causas mais prováveis e determinação da causa raiz do problema em relação à situação inicial do EC2. A coleta de dados foi realizada na quinta semana do estudo, durante três turnos típicos de trabalho, período em que trabalhavam 52 pessoas. Foram realizadas 253 observações (viagens entre andares) sobre os volumes transportados, por tipo de material, e os tempos consumidos para estas movimentações (carga, percurso, descarga, parada e espera). Como pode ser observado na Figura 4, é aplicável o princípio de Pareto, dado 83,1% do volume de materiais transportados se referirem a 6 tipos de materiais (do total de 21, 28,6%): operador (25,3%), piso (24,4%), gesso (17,5%), girica vazia (6,6%), visita (4,8%), girica argamassa (4,5%).

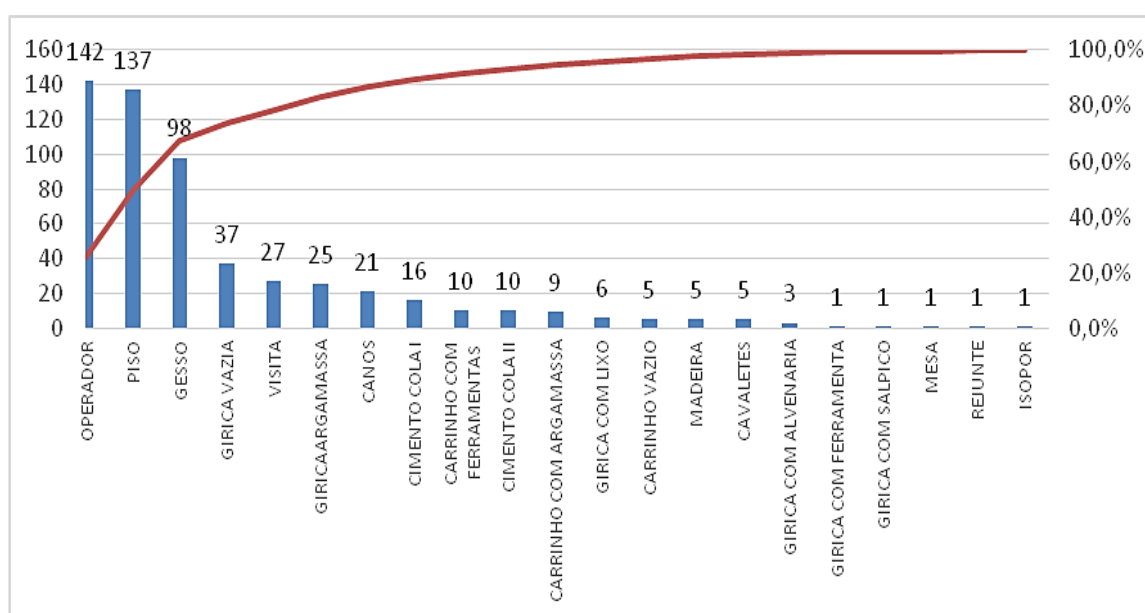


Figura 4: Volumes transportados no EC2 e seus percentuais – Situação Inicial

Para cada viagem realizada pelo EC2, entre o andar de origem até o andar de destino, foi cronometrado o tempo de operação em: percurso (T_{percurso}); carga (T_{carga}); descarga (T_{descarga}); parado (T_{parado}); e o de espera (T_{espera}). A análise por turnos indicou um comportamento similar entre os turnos e os tempos foram consolidados para os totais e, também para cada um dos turnos, como indicado na Tabela 1.

Tabela 1: Tempos de operação – Situação Inicial

Tempo (s)	Turno 1 (s)	Turno 2 (s)	Turno 3 (s)	Total (s)	Total (min)	%
Carga	3227	3397	3223	9847	164,12	24,62%
Percurso	4294	6068	4396	14758	245,97	36,91%
Descarga	2634	3628	4347	10609	176,82	26,53%
Parado	645	638	523	1806	30,1	4,52%
Espera	1095	995	878	2968	49,47	7,42%
Soma	11895	14726	13367	39988	666,48	100,00%

A análise dos tempos permitiu identificar oportunidades de melhoria em relação ao T_{carga} e T_{descarga} (24,62+26,53%), pela padronização do procedimento de carga e descarga (diminuição das distâncias percorridas entre o EC2 e os locais); T_{percurso} (36,91%), pela redução do número de viagens e andares percorridos, já que a velocidade do EC2 não pode ser alterada; e T_{espera} pelo planejamento para que os veículos de transporte horizontal possam atender a demanda do EC2 sem que os operadores fiquem esperando o material. Além disso, observa-se que o EC2 está operando próximo ao seu limite, uma vez que fica parado apenas 4,52% do tempo. A observação do procedimento de controle e operação do EC2 permitiu identificar a inexistência de critérios de priorização formais para o transporte de materiais, e a tomada de decisão por parte do operador do EC2, com base somente em sua experiência bem como a falta de uma forma de comunicação entre o operador e as demandas de uso do EC2.

Na sétima semana foi desenvolvido um *plano de ação* centrado em proposições para melhoria no fluxo de informação das demandas diárias de transporte vertical, na priorização entre os diferentes materiais a serem transportados, nos controles de uso do EC2, e na tomada de decisão pelo operador do EC2, de modo a melhorar o fluxo de materiais.

Foram estabelecidas regras simples, possíveis e viáveis para o uso do EC2 e que pudessem ser adotadas pelos dois operadores. A primeira foi a priorização entre materiais a serem transportados baseadas nas suas demandas por movimentação, nesta ordem: visita; operadores; perecíveis; girica vazia; gesso; e piso. A segunda foi a definição de controles para uso concomitante com a priorização: trabalhadores devem ser transportados em uma quantidade mínima de três, a exceção dos primeiros 15 minutos do início do turno e final do turno, limitado a 3 viagens; os materiais só devem ser transportado quando estiverem posicionados na área de carga e sua descarga deve ocorrer somente na área de descarga, ambas contíguas ao EC2; o EC2 não deve ficar esperando por visitas no andar, devendo programar o tempo da necessário e retornar somente no horário combinado; para os materiais não priorizados, transportar quando houver uma carga completa de um ou mais materiais.

A etapa *ação* se desenvolveu na oitava semana. Os locais de carga e descarga foram organizados de maneira que a reduzir a distância entre o EC2 e o local de carga e descarga. A implantação dos controles se deu após uma reunião inicial para facilitar a compreensão dos envolvidos e melhorar a comunicação e o fluxo de informação, que foram sistematizados e afixados na porta do EC2. Além disso, foi utilizada no interior do EC2 uma tabela para que os operadores do EC2 e as próprias equipes transportadas, ao início do turno, registrem suas demandas por materiais (andar, horário e quantidade).

Na décima semana ocorreu etapa de *verificação* (situação após melhorias). Foram realizadas 239 observações (viagens entre andares), sobre os volumes transportados por tipo de material e os tempos consumidos para estas movimentações (carga, percurso, descarga, parada e espera). A coleta de dados foi realizada durante os três turnos típicos de trabalho, tendo sido observado um aumento na demanda de transporte pelo EC2.

Observou-se um total de 70 trabalhadores na obra o que representa um aumento de 34,6% (18 trabalhadores a mais na obra) em relação à situação inicial, com impacto considerável na movimentação de material, no número de viagens, demanda por material e volume transportado. Observou-se também um aumento na variedade nos tipos de materiais transportados (de 21 para 38), o que é comum em obras, pois a construção de um edifício acontece em várias etapas e dependendo do estágio da obra os materiais demandados mudam.

Além disso, o volume total transportado também aumentou 1,6 vezes (58,6%, de 561 para 890). Como pode ser observado na Figura 5, do volume de materiais transportados 80,56% se referem a 9 tipos de materiais (23,7%, 9 em 38): azulejo (22,81%), operador (16,74%), gesso (14,38%), placa de gesso (6,74%), tinta (4,61%), canos (4,61%), cimento cola I (4,16%), porcelanato (3,37%), bloco estrutural (3,15%).

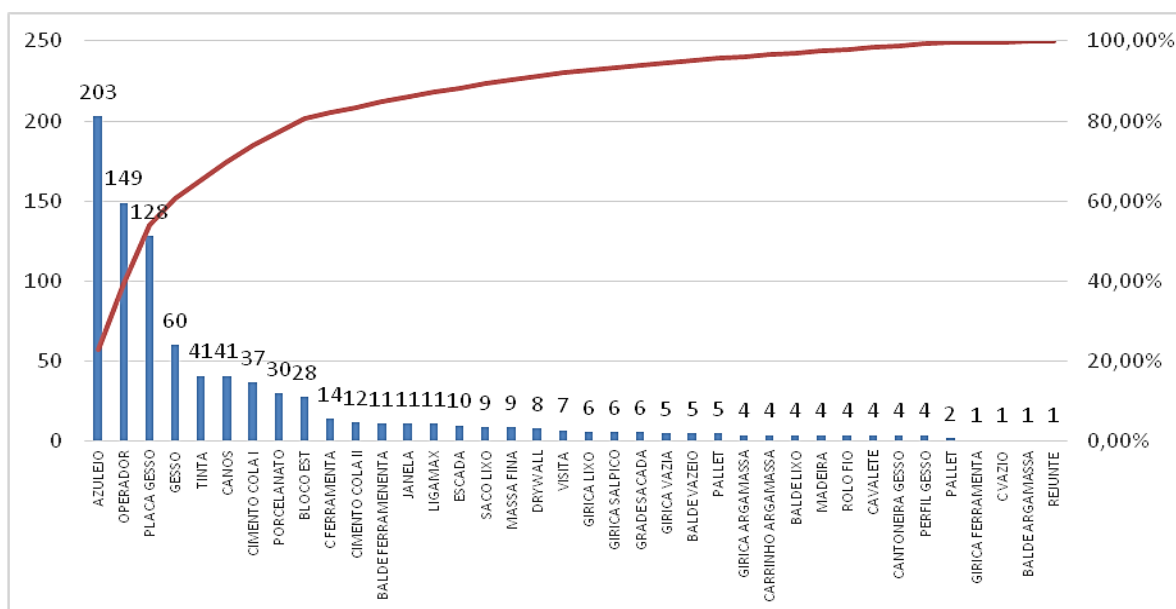


Figura 5: Volumes transportados no EC2 e seus percentuais – Situação após Melhorias

Os tempos de operação para a situação após a implementação dos controles de uso do EC são apresentados na Tabela 2. Como pode ser observado, em relação a situação inicial houve: uma redução de 8,17% da soma dos percentuais dos tempos de carga e descarga (de 51,15% para 42,98%); um aumento do tempo de percurso (2,25%), uma redução no número absoluto de viagens (5,53%, de 253 para 239), indicando que cada viagem percorreu mais andares; um aumento de 15,15% no tempo parado, representando um aumento na disponibilidade do EC2, sendo importante destacar que este foi obtido mesmo com o aumento de 18 a trabalhadores, o que implicou em uma maior demanda de utilização para o EC2.

Tabela 2: Tempos de operação – Situação após Melhorias

Tempo	Turno 1 (s)	Turno 2 (s)	Turno 3 (s)	Total (s)	Total (min)	%
Carga	2670	2274	3988	8932	148,87	21,46%

Percurso	4956	4863	4606	14425	240,42	34,66%
Descarga	3173	2439	3345	8957	149,28	21,52%
Parado	2278	3647	2245	8170	136,17	19,63%
Espera	449	270	417	1136	18,93	2,73%
Soma	13526	13493	14601	41620	693,67	100,00%

A melhora produzida pela introdução dos controles de uso do EC2 pode ser também observada em relação aos indicadores propostos para avaliar a performance do EC2 e para permitir a comparação entre a situação inicial e àquela após a implementação das ações propostas: o número total de viagens por hora (NTvh); o número de andares percorridos (NAP); o percentual de tempo parado (%Tp); o percentual de tempo em viagem (%Tv); o tempo médio por viagem (TMv), que é o tempo real de operação do elevador, dado pela soma do tempo de percurso, de carga e de descarga; e o percentual do tempo de espera (%Te). A Tabela 3 consolida na coluna Diferença o percentual de alteração das colunas Total, para as situações antes e após as alterações propostas, valores a seguir analisados.

Tabela 3: Indicadores de performance do EC2 - Situação Inicial e Situação após Melhorias

	Situação Inicial				Situação após Melhorias				Diferença (%)
	Turno 1	Turno 2	Turno 3	Total	Turno 1	Turno 2	Turno 3	Total	
NTvh	22,4	25,96	17,6	22,1	24,74	17,09	17,99	19,94	-9,77%
NAP	414	521	387	1322	452	487	442	1381	4,46%
% Tp	5,42%	4,33%	4,52%	4,76%	16,84%	27,03%	15,38%	19,75%	414,92%
%Tv	85,37%	88,91%	89,52%	87,93%	79,84%	70,97%	81,77%	77,50%	-11,86%
TMv	138,89	132,91	194,61	150,92	116,17	144,79	164,35	139,43	-7,61%
% Te	9,21%	6,76%	6,57%	7,51%	3,32%	2,00%	2,86%	2,70%	-63,04%

A diminuição no NTv (9,77%) indica que houve um aumento na eficiência de cada viagem, que passaram a carregar mais itens e, conseqüentemente um aumento no volume de materiais transportado. O aumento no NAP (4,46%) indica que cada viagem percorreu mais andares, e que houve uma redução das distâncias percorridas com o EC2 vazio (média de 3,5m/andar). O expressivo aumento no %Tp (414,92%) indica que, apesar da demanda por movimentação vertical ter aumentado, os controles adotados permitiram a liberação de capacidade do EC2, ou seja, ele poderia ser sido utilizado para transportar ainda mais materiais. A diminuição no %Tv (11,86%) e do TMv (7,61%) indicam um aumento da produtividade pela redução nos tempos de carga e descarga, o que se deu apesar da maior demanda. A redução no %Te (63,04%) indica a redução de uma ociosidade causada pela espera desnecessária. Sumarizando, houve melhora em todos os indicadores estudados o que comprovou as melhorias produzidas na movimentação de materiais pela introdução dos controles propostos.

Os resultados obtidos foram apresentados à empresa para a sua *padronização* na rotina operacional do canteiro de obras e se tornar uma rotina para as demais obras a serem realizadas pela: identificação dos materiais a serem transportados e suas quantidades, definição de regras de priorização, determinação de um controle de uso para o equipamento. Os resultados obtidos corresponderam a proposta inicialmente estabelecida e permitem

concluir que foi sistematizada uma abordagem simples e prática para o controle do uso do EC2, que pudesse ser rapidamente adaptada as constantes alterações nos tipos de materiais transportados em função das alterações das etapas de construção da obra.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo estudou um problema de logística interna na construção civil em uma obra de médio porte e teve como objetivo propor uma sistematização de controles para melhorar o fluxo de materiais de um equipamento de movimentação vertical de materiais.

Entre os principais resultados estão a melhora da movimentação vertical de materiais no canteiro de obras em relação a um conjunto de indicadores, após a implantação dos controles para o elevador de cremalheira estudado. Esses resultados referentes à logística interna podem ser relacionados a diversos benefícios para a empresa, a exemplo do atendimento do cronograma previsto, da redução do tempo de espera dos materiais, e uma possível redução dos custos relacionados à ociosidade dos trabalhadores.

A sistematização da abordagem utilizada tem potencial de generalização pela sua simplicidade, praticidade e flexibilidade de adaptação às transformações decorrentes das etapas de construção, sejam elas, no estágio de execução da obra, nas variações de equipes, e alterações nos volumes de materiais transportados. Para trabalhos futuros sugere-se a aplicações da sistemática proposta a outros tipos de equipamentos de movimentação de materiais, bem como em obras com distintos portes e demandas por fluxo de materiais.

REFERÊNCIAS

- Aguiar, S. (2006). *Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma*. 2nd ed. Nova Lima: INDG.
- Ballou, R.H. (2011). *Logística empresarial: Transporte, Administração de Materiais e Distribuição Física*. São Paulo: Atlas.
- Campos, V.F. (1992). *TQC - Controle da Qualidade Total: no estilo japonês*. 6th ed. Rio de Janeiro: Bloch.
- Ching, H.Y. (2010). *Gestão de Estoques na Cadeia de Logística Integrada: Supply Chain*. 4th ed. São Paulo: Atlas.
- Dias, M.P. *Administração de materiais: uma abordagem logística*. 5th ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- Fettermann, D.C.; Oliveira, R.D.; Marodin, G.A. (2015). O uso da estratégia de customização em massa em empresas da construção civil. *Produção online*, v. 15, n. 1, p. 135-162.
- Gil, A.C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 5th ed. São Paulo: Atlas.
- Koskela, L.; Rooke, J.; Taggart, M. (2014). The role of the supply chain in the elimination and reduction of construction rework and defects: an action research approach. *Construction Management and Economics*, v. 32, n. 7-8, p. 829-842.
- Mariz, R.N.; Picchi, F. (2014). A aplicação de célula de produção no serviço de execução de fachada: Um estudo de caso na construção civil. *Produção online*, v. 14, n. 2, p. 703-719.

Miguel, P.C. (2017). Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. *Produção*, v. 17, n. 1, p. 216-229.

Rezende, H.A.; Jesus, R.B.; Moura, R.A. (2013). A Logística no contexto da construção civil. *Ciências Exatas e Tecnológicas*, Sergipe, v. 1, n. 16, p. 135-146.

Santos, A.D. (2007). *Metodologia Científica: A Construção do Conhecimento*. 7th ed. Rio de Janeiro: Lamparina.

Takeuchi, N. (2010). *Logística Lean*. Lean Institute Brasil. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/artigos/126/logistica-lean.aspx>>. Acesso em: 22 mar. 2016.

Vieira, H.F. (2006). *Logística aplicada à Construção Civil*: como melhorar o fluxo de produção na obra. 1st ed. São Paulo: PINI.

Yin, R.K. (2010). *Estudo de Caso*: Planejamento e Métodos. 4th ed. Bookman: Porto Alegre.